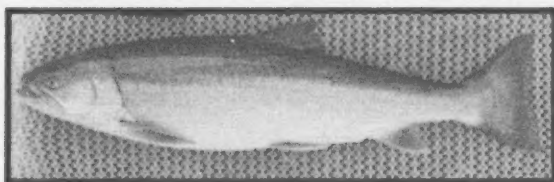




## POINTS DE RÉFÉRENCE DE PRÉCAUTION POUR L'OMBLE CHEVALIER DE LA BAIE CAMBRIDGE (*Salvelinus alpinus*), AU NUNAVUT, CONFORMÉMENT AU CADRE DÉCISIONNEL POUR LES PÊCHES.



Ombre chevalier (*Salvelinus alpinus*) de la rivière Ekalluk. Photo de Jean-Sébastien Moore.



Figure 1. Carte du secteur de Cambridge Bay montrant les emplacements de pêche commerciale pour l'ombre chevalier anadrome.

### Contexte :

En tant que signataire de l'Accord des Nations Unies sur la conservation et la gestion des stocks de poissons chevauchants et des stocks de poissons grands migrateurs (ANUP), le Canada s'est engagé, aux échelles nationale et internationale, à conserver, à gérer et à exploiter les stocks de poissons d'une manière durable. À cette fin, Pêches et Océans Canada (MPO) a adopté un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution afin de conserver et de gérer ses ressources halieutiques. Le cadre comprend la désignation de points de référence et de zones d'évaluation des stocks ainsi que l'élaboration de règles de décision concernant les prises fondées sur une stratégie reposant sur l'établissement d'un taux d'exploitation. On a choisi la pêche de l'ombre chevalier de la baie Cambridge, qui est pratiquée dans plusieurs plans d'eau commerciaux, pour ce projet pilote en raison de la disponibilité d'un ensemble de données qui s'étend sur une période relativement longue. On a tenu un processus de consultation scientifique régional en 2010 afin de mettre à jour l'évaluation de l'état des complexes de stocks géographiques d'ombres chevaliers de la baie Cambridge, au cours duquel on a conclu qu'il était impossible d'utiliser l'analyse des séries chronologiques des données actuelles que l'on emploie habituellement afin de produire des points de référence pour l'ombre chevalier de la baie Cambridge. Par conséquent, on a utilisé un modèle bayésien pour élaborer des points de référence pour les réseaux hydrographiques combinés, et les résultats ont été passés en revue dans le cadre de la réunion de consultation scientifique.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 au 26 janvier 2011 sur Processus de consultation régionale sur les points de référence de précaution pour l'ombre chevalier de la baie Cambridge, au Nunavut. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de MPO](#).

## SOMMAIRE

- Les prises par unité d'effort (CPUE) fondées sur la biomasse de l'omble chevalier dans les eaux de la baie Cambridge sont normalisées par une pêche au filet maillant simple (140 mm) en août et servent d'indicateur d'un changement de l'état du stock.
- Entre 1972 et 2006, les données sur les prises et l'effort de pêche étaient recueillies de façon intermittente et ont permis d'estimer un total de 12 CPUE. Des corrélations par paire entre les CPUE et les variables relatives aux changements climatiques à grande échelle ont révélé que l'indice d'oscillation arctique (OA) hivernal ayant un retard de cinq ans était la meilleure variable explicative. Cette relation permet de mieux prévoir les CPUE pour les années manquantes de la série chronologique.
- Des modèles bayésiens hiérarchiques état-espace (BHEE) ont été utilisés pour reconstruire les tendances historiques et la série de prélèvements de la biomasse de la population. Le modèle d'évaluation a été évalué à l'aide du critère DIC (*deviance information criterion*) et de l'interférence multimodèles (MMI). Les meilleurs modèles comprennent une fonction de distribution des probabilités uniformes pour K et r (UKR : pondération DIC 7 %) et une fonction de distribution des probabilités log-normales pour K et r en plus d'une capturabilité variable en fonction du temps (LNKRWQ : pondération DIC 93 %).
- Fondamentalement, la production excédentaire maximale (PEM) et la biomasse à la PEM ( $B_{PEM}$ ) ont été estimées à l'aide du modèle BHEE à 93 et à 517 t respectivement. Le taux de déclaration des captures (TDC), dont on tient principalement compte pour la pêche à des fins de subsistance, a été estimé à 34 %, ce qui équivaut à 32 t selon la PEM.
- Avec les données accessibles actuellement, il a été impossible d'estimer les points de référence limites pour des stocks individuels (c.-à-d. étendues d'eau). Cela ne signifie pas qu'il faille apporter des changements aux unités de gestion actuelles ou structurer la collecte de statistiques sur les pêches. Il faudrait toutefois recueillir de l'information, dans la mesure du possible, qui faciliterait la définition des points de référence limites des stocks individuels.
- En ce qui concerne la pêche combinée, le point de référence limite se situe à une biomasse courante de 207 tonnes métriques (t), représentait la plus faible biomasse du stock enregistrée (0,0539 t/filet maillant). Le point de référence supérieur se situe à une biomasse courante de 414 t (0,1078 t/filet maillant). Le point de référence cible est établi à un état du stock de 0,1348 t/filet maillant, qui équivaut à une biomasse courante de 517 t; le taux de prélèvement maximal étant de 0,1805. Ces points de référence provisoires doivent être réexaminés et révisés au fur et à mesure que de la nouvelle information est obtenue.
- Le manque d'information suffisante sur les CPUE de stocks multiples, la relation stock-recrutement, la structure d'âges, la différenciation des stocks distincts, les niveaux actuels de pêche à des fins de subsistance, la vulnérabilité de l'omble chevalier à l'égard de l'effort de pêche et les variations localisées de la productivité et des facteurs environnementaux sont responsables des incertitudes quant à l'évaluation des risques. D'autres recherches doivent être effectuées pour combler ces lacunes sur le plan des connaissances.

## INTRODUCTION

L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) (L) est un salmonidé circumpolaire qui est réparti dans les estuaires côtiers et les bassins versants intérieurs d'eau douce liés aux canaux marins dans l'hémisphère nord (Johnson 1984, Kristofferson et Berkes 2005). Comme il migre en saison entre ses habitats marins et d'eau douce, l'omble chevalier est devenu une espèce « maîtresse » ayant une incidence sur la structure et la fonction des écosystèmes de l'Arctique. En plus d'être extrêmement

important pour ces écosystèmes, l'omble chevalier est très recherché par les Inuits, qui le pêchent à des fins commerciales, récréatives et de subsistance. Depuis 1960, la pêche à l'omble chevalier se pratique à la mi-juillet, lorsque les poissons migrateurs anadromes se trouvent à l'embouchure des rivières Lauchlan, Halovik et Paliryuak, au nord de la baie Wellington (figure 1) et à la mi-août et au début de septembre, lorsque les poissons migrateurs thalassotoques se trouvent dans plusieurs embouchures près de la baie Cambridge. Au fur et à mesure que les activités de pêche se sont élargies, les pêcheurs qui utilisaient principalement des filets maillants utilisent maintenant aussi des filets-pièges. Entre 1960 et 2010, la pêche commerciale totale variait de 5,77 t en 1962 à 67,94 t en 1978, avec une moyenne annuelle générale de  $41,17 \pm 2,20$  t (figure 2). La variation des captures parmi les divers endroits s'expliquait principalement par la pêche successive dans un même stock ou sous-stock. On ne possède aucune donnée sur la quantité de poissons pêchés à des fins de subsistance pour la consommation humaine ou autre (p. ex. chiens de traîneau). D'après l'étude sur la récolte des ressources fauniques dans le Nunavut, le niveau des captures à des fins de subsistance est d'approximativement 50 % des prises commerciales. Les pêches sont gérées en fonction de la surveillance des quotas et des permis de pêche. Il n'y a aucune limite quant à la taille des poissons pouvant être pêchés, mais le maillage des engins utilisés est établi à 140 mm. Afin d'éviter la surexploitation d'un stock d'omble chevalier, un système de quotas fondé sur les bassins hydrographiques a été établi en 1962, puis des quotas propres aux rivières ont ensuite été octroyés.

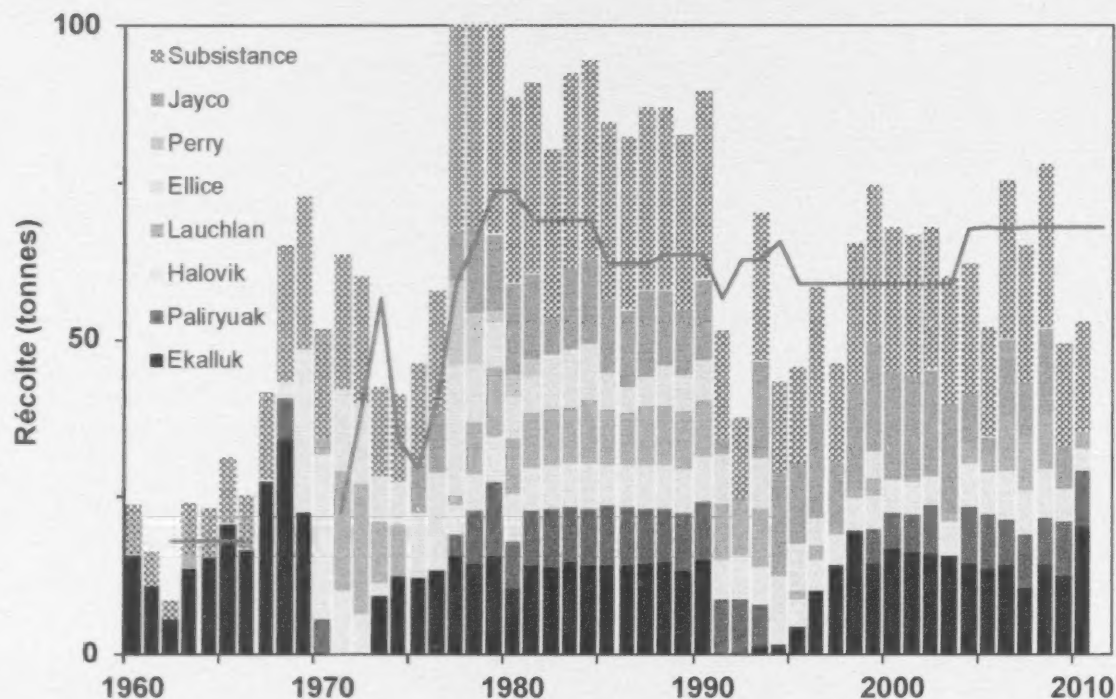


Figure 2. Changements dans les pêches à l'omble chevalier dans la baie Cambridge (Nunavut), au Canada, entre 1960 et 2010. Les barres de couleur représentent les pêches commerciales dans chaque rivière et les barres hachurées représentent les quantités estimées des pêches à des fins de subsistance. La ligne brune correspond au quota des pêches commerciales.



## ÉVALUATION

### Normalisation des CPUE dépendantes des pêches

Des données sur les prises par unité d'effort (CPUE) sont recueillies dans le cadre de certains projets expérimentaux de pêche au filet maillant et au filet-piège conçus par le MPO depuis 1972. Tandis que les filets maillants sont utilisés dans le cadre de la pêche commerciale et à des fins de subsistance, les filets-pièges servent à l'échantillonnage en vue de l'établissement des CPUE. Au total, 12 années de données sur les CPUE sont disponibles, jusqu'en 2006. Une analyse des variances a démontré que le mois de l'échantillonnage (août et septembre) et l'engin utilisé (filet maillant et filet-piège) n'avait aucun effet important sur les CPUE (Zhu *et al.* 2014a). Comme des protocoles de collecte de données cohérents sont appliqués, la série de CPUE a été normalisée à l'aide des données recueillies au filet maillant en août. Afin de prévoir les CPUE pour les années manquantes dans la série chronologique, la corrélation par paire entre les CPUE et les indices de changements climatiques à grande échelle ont été évalués. Parmi ces indices abiotiques, l'oscillation nord-atlantique (ONA), l'indice d'oscillation arctique (OA) et l'indice de température à la surface des mers dans l'hémisphère Nord (TSMHN) ont été choisis comme covariables correspondantes proportionnelles aux tendances climatiques et à la synchronie des changements dans les populations de poissons (Zhu *et al.* 2014a). Un modèle de régression normale robuste a été utilisé, ce qui a donné une corrélation positive importante ( $r = 0,7858$ ,  $p = 0,0041$ ) entre les anomalies hivernales de l'indice d'OA ayant un retard de cinq ans et les CPUE ayant subi une transformation logarithmique (Zhu *et al.* 2014a). Il n'y avait aucune corrélation importante entre l'indice de TSMHN ou l'indice d'ONA et les CPUE.

### Construction de modèles fonctionnels

Dans le cadre hiérarchique bayésien, un modèle de production excédentaire généralisé (aussi appelé modèle de Pella-Tomlinson; Hilborn et Walters 1992, Quinn et Deriso 1999) a été créé pour l'omble chevalier de la baie Cambridge et incorporait un certain nombre de paramètres de dynamique du noyau de population, y compris la biomasse (capacité de charge;  $K$ ) du stock vierge (c.-à-d. un stock non exploité), le taux de croissance intrinsèque ( $r$ ), le coefficient de capturabilité ( $q$ ), un paramètre de forme ( $z$ ) entre la biomasse et la production relative, l'effort de pêche ( $f$ ) et le taux de déclaration des captures ( $TDC$ ). Une valeur informative *a priori* du  $TDC$  a été fixée à une fonction de distribution normale des probabilités (FDP) avec une moyenne de 0,5. Un coefficient de capturabilité selon une échelle logarithmique de marche aléatoire ( $q$ ) a servi à comparer l'estimation de la biomasse à l'option la plus souvent retenue d'une constante (consulter Zhu *et al.* 2014b pour davantage de détails).

Trois catégories de données d'entrée ont été nécessaires à l'exécution du modèle bayésien hiérarchique état-espace : les renseignements observés portant sur les prises et les CPUE en fonction du poids par année, des précisions quant aux FDP fixées selon une valeur informative ou non informative *a priori*<sup>1</sup>, et les valeurs initiales des paramètres du modèle. Quatre scénarios modèles ont permis de structurer les valeurs des paramètres du modèle : FDP uniformes, log-normales, log-normales demi-Cauchy et log-normales avec marche aléatoire. Deux chaînes de Gibbs ont été exécutées pour 3 250 000 itérations chacune, et l'on a échantillonné uniquement 325 itérations à la suite d'une période de rodage réalisée avec 650 000 itérations. Cela a produit une chaîne d'une longueur de 8 000 échantillons aux fins de conclusions ultérieures. La convergence du modèle a été déterminée grâce au package « R-CODA », et l'on a utilisé le critère DIC (*deviance information*

<sup>1</sup> Une valeur *a priori* représente la distribution des probabilités qui exprime une incertitude à propos d'un paramètre ou d'une variable. Une valeur informative *a priori* représente une information précise et définie alors qu'une valeur non informative *a priori* représente une information vague ou générale.

*criterion*) pour la sélection du modèle. Pour calculer la pondération DIC, on a utilisé l'interférence multimodèles (MMI) en vue de sélectionner un ensemble unique ou multiple de modèles afin d'établir une moyenne.

Les paramètres du noyau pour chaque scénario du modèle apparaissent au tableau 1. Lorsqu'ils sont associés au critère DIC et à la MMI, le modèle uniforme pour  $K$  et  $r$  (UKR) et le modèle log-normal pour  $K$  et  $r$  avec marche aléatoire pour  $q$  (LNKRWQ) sont considérés comme les modèles les plus fonctionnels. Ces modèles assurent un assez bon suivi des tendances temporelles dans les séries de CPUE observés (figure 3a). Les résultats du modèle ont indiqué une biomasse plus faible au début de la série chronologique et des valeurs plus élevées après le milieu des années 1970 par rapport aux modèles pour  $q$  à valeur constante (figure 3b). Au cours de la période allant de 1960 à 2008, l'omble chevalier de la baie Cambridge a été fortement exploité du milieu des années 1970 jusqu'en 1990, selon les changements dans la biomasse relative et la mortalité par pêche (figure 3c). De plus, des différences flagrantes dans la capturabilité sont peut-être à l'origine des surestimations de la biomasse (figure 3d).

Table 1. Paramètres du noyau du modèle selon les statistiques du modèle bayésien hiérarchique. Quantités de production maximale soutenable (PMS) à des fins commerciales indiquées par les valeurs entre parenthèses.

| Paramètre         | UKR <sup>1</sup> | LNKR <sup>2</sup> | HCLNKR <sup>3</sup> | LNKRWQ <sup>4</sup> | MMI      |
|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------|
| $K$               | 898              | 870               | 863                 | 897                 | 897      |
| $B_{\text{PSM}}$  | 460              | 493               | 490                 | 522                 | 518      |
| PMS (Commerciale) | 110 (63)         | 80 (53)           | 80 (51)             | 92 (61)             | 93 (61)  |
| $R$               | 0,4659           | 0,2748            | 0,2735              | 0,2880              | 0,3005   |
| $F_{\text{PMS}}$  | 0,2390           | 0,1624            | 0,1619              | 0,1761              | 0,1805   |
| $TDC$             | 43,04            | 34,31             | 35,14               | 33,76               | 34,41    |
| $q$               | 2,60E-04         | 2,8E-04           | 2,8E-04             | 2,9E-04             | 2,88E-04 |
| $z$               | 1,13             | 2,12              | 2,16                | 2,53                | 2,43     |

<sup>1</sup> Valeurs uniformes *a priori* pour  $K$  et  $r$

<sup>2</sup> Valeurs log-normales *a priori* pour  $K$  et  $r$

<sup>3</sup> Valeurs log-normales demi-Cauchy *a priori* pour  $K$  et  $r$

<sup>4</sup> Valeurs log-normales *a priori* pour  $K$  et  $r$  avec marche aléatoire

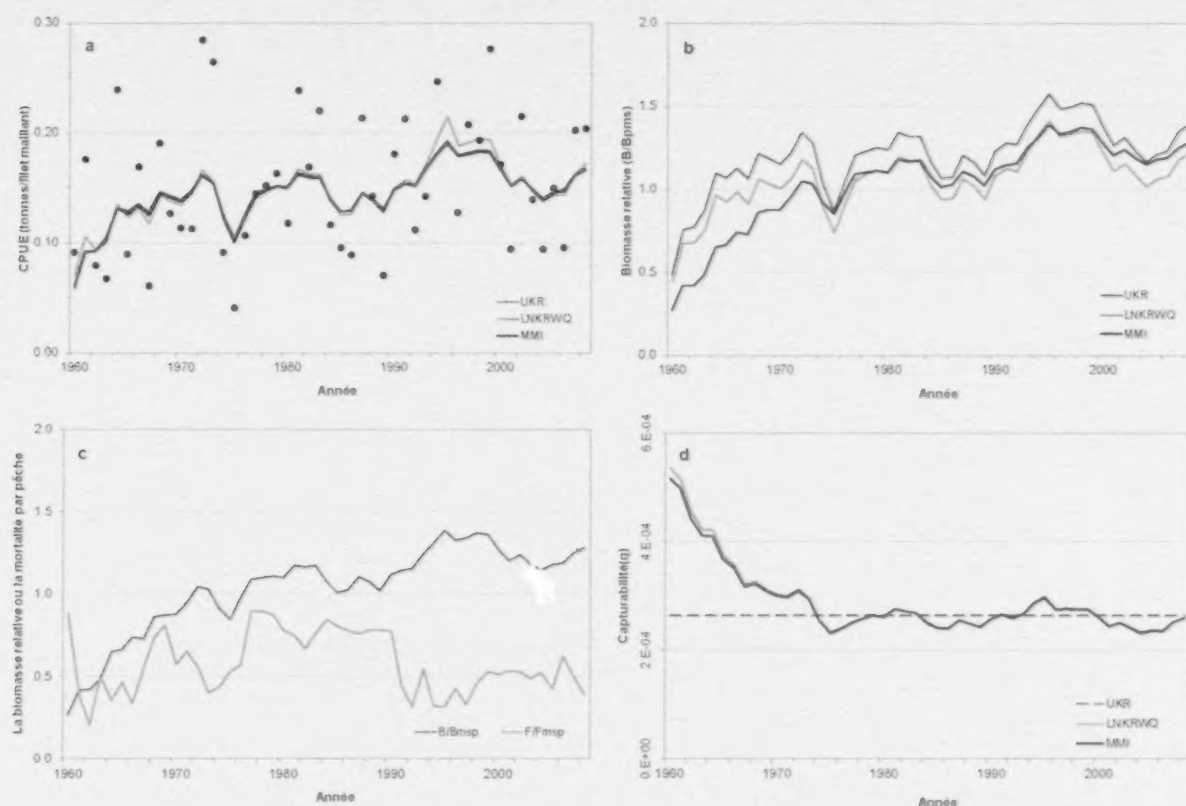


Figure 3. Résultats du modèle selon l'établissement de FDP pour des valeurs uniformes (UKR) et log-normales a priori pour  $K$  et  $r$  avec marche aléatoire a priori pour la capturabilité ( $q$ ; LNKRWQ) ainsi que pour l'interférence multimodèles (MMI) en vue d'évaluer la dynamique des populations de l'omble chevalier dans la baie Cambridge. a) CPUE en fonction du poids ajustés indiquées par des lignes et valeurs « observées » indiquées par des points noirs, b) biomasse, c) biomasse relative ( $B/B_{PMS}$ ) et mortalité par pêche ( $F/F_{PMS}$ ), et d) coefficient de capturabilité ( $q$ )

## Définition des points de référence

L'omble chevalier est une espèce à croissance lente ayant une faible fécondité et dont le frai est peu fréquent, ce qui signifie que la diminution du risque d'effondrement de la population est l'une des priorités quant à la gestion de cette espèce (Kristofferson et Berkes 2005). L'évaluation et la gestion du stock de poissons représentent habituellement deux étapes axées sur les objectifs : l'évaluation des risques et la gestion des risques (Francis et Shotton 1997). Les points de référence biologiques (PRB) sont des éléments essentiels des évaluations des risques visant la conservation ou le rétablissement de stocks exploités ou menacés, et ils aident les gestionnaires des pêches dans leurs efforts en vue de maintenir une approche de précaution. Il n'existe actuellement aucun point de référence déterminé pour les stocks de l'omble chevalier dans l'Arctique canadien. Les points de référence ont été établis dans le cadre de la présente étude afin d'offrir une évaluation quantitative du rendement des stocks plutôt que de fixer des objectifs ou des limites en vue de déclencher des mesures de gestion précises.

À la suite du cadre décisionnel du MPO (2009), plusieurs points de référence de précaution ont été définis dans les zones d'état du stock. Les zones critiques et de prudence ont été délimitées par des valeurs de seuil de 40 % et 80 % de la biomasse au niveau de la PMS ( $B_{PMS}$ ; MPO 2009), ce qui représente respectivement le point de référence limite (PRL) et le point de référence supérieur du stock

(PRS). Le point de référence cible (PRC) désigne les indicateurs cibles de la PMS de l'état du stock et le taux de mortalité par pêche ( $F$ ) afin de garantir que le stock demeure au niveau de la PMS. Selon la MMI, les valeurs correspondantes de la biomasse pour le PRL, le PRS et le PRC étaient respectivement de 207, 414 et 517 t (figure 4).

Conformément à l'Accord des Nations Unies sur la conservation et la gestion des stocks de poissons chevauchants et des stocks de poissons grands migrateurs (ANUP), la valeur  $F_{PEM}$  (mortalité par pêche au niveau de la production excédentaire maximale) représente la norme minimale pour le point de prélèvement de référence dans l'application de l'AP aux pêches. Dans le contexte du cadre de l'AP aux pêches canadiennes, les taux d'exploitation dans les zones saines ne devraient pas dépasser  $F_{PMS}$  (MPO 2009). Les ensembles multiples des résultats du modèle démontrent que les valeurs du taux de prélèvement se situaient entre 0,1619 et 0,2390 par année, ce qui a mené à 0,1805 par année pour la MMI (tableau 1). En conséquence, les stratégies relatives aux taux de récolte de l'omble chevalier dans la baie Cambridge ne devraient pas excéder le taux défini par le cadre de la présente approche de précaution. Avec une biomasse minimale de 414 t, la population exploitée (ou stock) se situe dans la zone saine. La biomasse varie entre 207 et 414 t dans la zone de prudence, et le taux de récolte doit être réduit proportionnellement selon les niveaux de biomasse dans cette fourchette. Lorsque la biomasse descend sous 207 t, le stock se situe dans la zone critique. Le taux d'exploitation doit être réduit à un niveau minimal en raison de la pêche directe, et d'autres types d'exploitation doivent être réduits à un niveau respectant le critère de croissance déterminé afin de permettre au stock de quitter la zone critique selon un échéancier raisonnable.

## Sources d'incertitude

Les expériences de marquage réalisées dans le cadre de la pêche de l'omble chevalier dans la baie Cambridge ont démontré que les poissons effectuant des migrations de frai semblent être répartis par site de frai natal individuel selon un haut degré de fidélité, ce qui mène à l'établissement de populations locales ou d'unités du stock distinctes, tant entre les réseaux hydrographiques qu'au sein de ceux-ci (Kristofferson *et al.* 1984, Kristofferson et Berkes 2005). Cependant, les bancs non reproducteurs sont mélangés sans aucune distinction selon l'habitat d'origine. À l'heure actuelle, les données ne suffisent pas à définir explicitement l'unité du stock, notamment la taille du stock, la routine de migration, le lien entre le frai et le recrutement ainsi que la vulnérabilité à l'exploitation (Day et March 2004). L'omble chevalier anadrome de la région de la baie Cambridge pourrait faire partie d'une « métapopulation », c'est-à-dire que le stock global destiné à la pêche comprend plusieurs populations locales ou stocks distincts qui interagissent à un degré inconnu. Il est donc possible qu'un stock indépendant puisse se disperser et être pêché dans plusieurs rivières hors de la saison du frai et que, dans un lieu de pêche, la population cible soit composée de plusieurs stocks distincts.

Il existe également bon nombre d'autres incertitudes au sujet de l'omble chevalier visé par la pêche dans la baie Cambridge. La série chronologique des données sur les CPUE est plutôt courte, et aucune comparaison en parallèle n'a été effectuée pour gérer la différence de capturabilité entre les filets maillants et les filets-pièges. Aucune information récente ou quantitative n'a été recueillie au sujet de la pêche à des fins de subsistance ou des prises accessoires annuelles. On manque également de données sur la fécondité, et les données disponibles actuellement sur la taille et l'âge à la maturité ont été collectées de façon incertaine, ce qui les rend moins qu'idéales pour le traitement des questions actuelles en matière de gestion à propos du lien entre le recrutement et les géniteurs. L'exactitude des méthodes de détermination de l'âge pour l'omble chevalier doit être améliorée. Des variations localisées de la productivité et des facteurs environnementaux sont responsables des incertitudes de l'évaluation des risques.



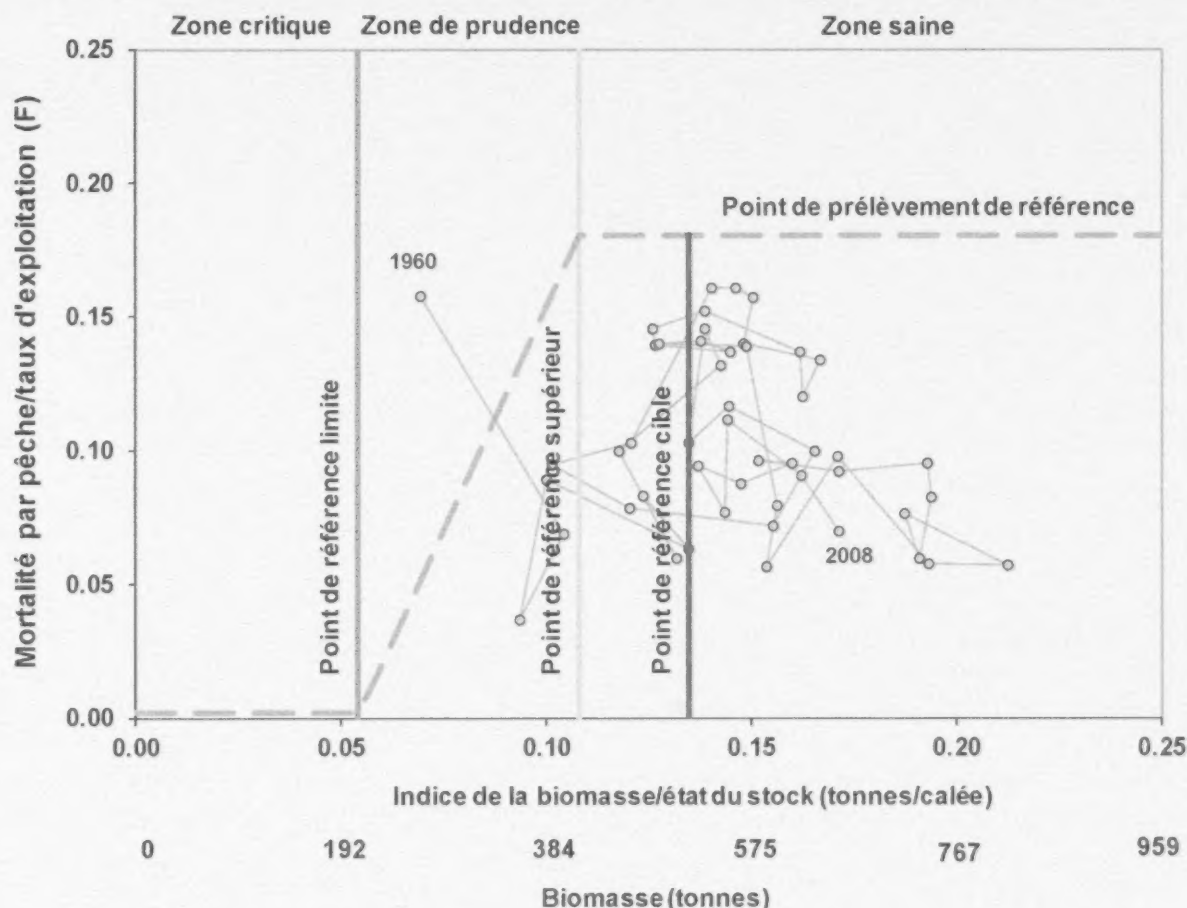


Figure 4. Modèle de l'approche de précaution pour la gestion des pêches de l'omble chevalier dans la baie Cambridge selon les résultats de l'interférence multimodèles (MMI). Les zones de référence apparaissent en vert, ce qui indique différentes stratégies de pêche selon l'état actuel du stock.

## CONCLUSIONS ET AVIS

Les points de référence de précaution pour l'omble chevalier dans la baie Cambridge ont été calculés selon le poids des individus adultes de taille commerciale pêchés à la limite minimale d'un engin de pêche au maillage de 140 mm. Seules 12 années de données sur l'effort sont disponibles entre 1972 et 2006, et les valeurs manquantes ont donc été estimées grâce au lien entre les anomalies des ZI hivernales (March) et les années limitées de CPUE observées. Des modèles bayésiens hiérarchiques état-espace de production excédentaire ont été utilisés pour reconstruire les tendances historiques et la série de prélèvements de la biomasse de la population. Les quantités d'intérêt pour la gestion des pêches ont été prises en considération, notamment la biomasse vierge, la capacité de charge et le taux de croissance de la population intrinsèque. La production excédentaire maximale (PEM) et la biomasse à la PEM ( $B_{PEM}$ ) ont été estimées à l'aide du modèle bayésien hiérarchique état-espace à 93 et à 517 t chaque année respectivement. En assumant un taux constant de déclaration des captures à des fins de subsistance au fil des ans, le TDC a été estimé à 34 %, ou 32 t de poisson.

Les résultats tirés de l'évaluation ont indiqué que l'omble chevalier de la baie Cambridge se trouve actuellement dans la zone saine et que le taux d'exploitation est inférieur au point de prélèvement de



référence cible. Le système actuel de quotas s'applique uniquement aux pêches commerciales. Dans l'avenir, les évaluations devraient intégrer les pêches à des fins de subsistance. Le manque actuel de renseignements sur les pêches à des fins de subsistance a été défini comme étant une autre source d'incertitude pour l'estimation du point de prélèvement de référence. Notre modèle de travail par la MMI a tenu compte de cet élément au moment de déterminer un PRL de 207 t. Cela fait référence au niveau le plus bas de la biomasse (0,0539 t/filet maillant). Le PRS est estimé à 414 t (0,1078 t/filet maillant) lorsque le point de prélèvement de référence s'approche de la mortalité par pêche cible ( $F = 0,1805$ ). Le PRC est estimé à un indice de la biomasse de 0,1348 t/filet maillant, ce qui équivaut à une biomasse courante de 517 t. La biomasse relative se trouve en zone saine depuis le milieu des années 1970, mais la mortalité par pêche se situait près du point de prélèvement de référence et était parfois supérieure à celui-ci.

Il est à noter que ces points de référence provisoires sont propres à la population jumelée d'ombles chevaliers adultes dans la baie Cambridge et dans les eaux adjacentes, et qu'ils sont assujettis à des réexamens et des révisions en temps opportun lorsque l'on obtient davantage de renseignements, surtout en ce qui concerne le lien entre les géniteurs et le recrutement. L'omble chevalier exige une gestion prudente en raison de sa vulnérabilité à la forte exploitation, de son taux de croissance plutôt lent, de sa faible fécondité et de son frai peu fréquent (Johnson 1984). En raison des incertitudes en matière de différenciation des stocks au sein des pêches dans la baie Cambridge, il serait prudent de calculer un point de référence limite pour chaque réseau hydrographique. Cependant, compte tenu des données actuelles de mauvaise qualité sans série chronologique de l'effort de pêche propre à une rivière, des points de référence limites peuvent uniquement être calculés pour l'ensemble des pêches dans la baie Cambridge étant donné que les points de référence limites des stocks individuels (c.-à-d. cours d'eau) ne sont pas disponibles. Cela ne signifie pas qu'il faille apporter des changements aux unités de gestion actuelles ou structurer la collecte de statistiques sur les pêches. Il faudrait toutefois recueillir de l'information, dans la mesure du possible, qui faciliterait la définition des points de référence limites des stocks individuels.

## AUTRES CONSIDÉRATIONS

On a fait face à plusieurs problèmes scientifiques au moment de formuler les points de référence de précaution : lieux de pêche mobiles, normalisation des CPUE, prise en compte de l'effort de pêche, détermination des stocks, ichtyobiologie générale et logistique. Pour ce qui est des statistiques de prise disponibles, les pêches traditionnelles de l'omble de la baie Cambridge se déroulent en grande partie dans des lieux près de la baie Wellington (les rivières Ekalluk, Paliruyak et Halovik) et du golfe Coronation (la rivière Lauchlan) ainsi qu'au nord de la baie Cambridge (la rivière Jayco). Cependant, aucun échantillon n'a été recueilli dans les rivières Ellice et Perry, près du golfe Queen Maud, depuis 2000. Le lieu des pêches commerciales a varié selon les années (c.-à-d. les pêches commerciales se déroulent dans des rivières différentes chaque année), ce qui accroît l'incertitude en lien avec le suivi des tendances générales propres à une rivière, comme la série chronologique des CPUE et les prises selon l'âge pour les populations anadromes. Étant donné que différentes rivières sont souvent fréquentées pour les pêches, il est difficile de recueillir de l'information sur les prises et l'effort de pêche, surtout pour les pêches récréatives. La collecte de CPUE propre à un engin de pêche est un problème pour la surveillance des tendances spatiotemporelles des populations de poissons exploitées. La plupart des séries historiques de CPUE de la présente étude proviennent d'un seul lieu (sauf pour les échantillons de 1975, 1980 et 1981 qui ont été recueillis à deux endroits), habituellement les rivières Ekalluk et Jayco. Une série chronologique fiable de CPUE devrait être collectée pour les six endroits dans une même année. Pour ce qui est de l'évaluation quantitative des stocks de poissons, un protocole d'échantillonnage bien conçu doit être élaboré et mis en place afin de détailler les données sur les CPUE et les mesures biologiques en tant que norme d'un programme de surveillance à long terme de l'omble. En raison des engins de pêche multiples (filet maillant et filet-piège), l'efficacité

de la capture propre à un engin doit être comparée de façon expérimentale afin de valider les résultats tirés d'analyses statistiques, comme l'analyse de la variance et l'estimation du modèle hiérarchique état-espace. Au départ, des comparaisons simultanées des CPUE peuvent être effectuées en août pour les filets maillants et les filets-pièges dans au moins deux lieux, si ce n'est l'ensemble des cinq indiqués précédemment. Ce programme d'échantillonnage doit également inclure la collecte de données biologiques indépendantes des pêches, comme la croissance selon l'âge, le recrutement et la maturation, les habitudes alimentaires et la mortalité par pêche dépendante et indépendante de la densité chaque année. Des indicateurs environnementaux doivent être inclus aux programmes de surveillance de l'omble chevalier. Bien qu'une série de CPUE puisse être estimée par une fonction prédictive liée à une covariante climatique à grande échelle, les ZI hivernales, des observations futures sont nécessaires pour la validation du modèle et des ajustements opportuns. Les données sur l'effort de pêche sont rares (ou inexistantes), surtout pour les pêches à des fins de subsistance de l'omble chevalier dans le Nord canadien. Il s'agit tout de même d'une mesure très importante qui peut servir à évaluer la dynamique des stocks de poissons et à mettre en œuvre un contrôle des prises au sein du cadre du PGP. Malgré le fait que la taille minimale du maillage des engins utilisés soit fixe, il est toujours impossible d'estimer la mortalité par pêche sans information sur l'effort de pêche, comme le nombre de filets utilisés, la fréquence de la calée, la durée d'immersion et la configuration des engins. De plus, aucune information n'est disponible pour les pêches sportives et l'on assume donc que ces pêches sont minimales ou absentes dans la zone étudiée. Pour assurer une gestion efficace des pêches de l'omble chevalier, on peut recourir à plusieurs options afin d'améliorer la collecte actuelle de données sur l'effort de pêche, comme un relevé pilote, une enquête par interrogation des pêcheurs, des entrevues et des journaux de bord. Il n'est pas nécessaire d'effectuer ces sondages tous les ans, mais il est important de recueillir des renseignements et de surveiller les changements dans les habitudes de pêche dans une période définie.

Les données sur la pêche de l'omble chevalier de la baie Cambridge sont de mauvaise qualité même si une surveillance se déroule depuis plus de 30 ans et que la pêche est gérée depuis plus de 50 ans. À partir d'un ensemble de données sur 12 ans et d'un modèle dérivé, une série de CPUE selon le poids a été mise sur pied afin de tenir compte des variations temporelles dans la production de la population. Il faut faire preuve de prudence au moment d'établir les points de référence biologiques et les décisions en matière de contrôle des prises selon ces données. Pour améliorer l'efficacité du modèle de travail proposé, on espère disposer de protocoles d'échantillonnage bien définis et de plans de surveillance uniformes dans l'avenir.

En raison d'un manque d'information sur l'écologie des populations de l'omble chevalier, on n'arrive toujours pas à comprendre le rôle de la variable environnementale dans la régulation de la répartition localisée, de la migration, de la croissance et de la survie du poisson dans son cycle de vie complexe. Cela peut limiter notre compréhension de la façon dont la variabilité environnementale dans l'Arctique se répercute sur la production des populations de l'omble chevalier et dont l'espèce s'adaptera à une augmentation des activités anthropiques dans l'Arctique. À l'aide des modèles de dynamiques de la biomasse, la détermination d'un seuil ou d'une valeur du PRL qui semble conservateur dans les conditions environnementales actuelles peut provoquer une grande controverse. Par exemple, en ce qui concerne l'établissement de points de référence, il est également essentiel de comprendre si l'augmentation des populations est due à des facteurs indépendants de la densité touchant la survie et la croissance ou à des facteurs dépendants de la densité liés à la capacité de charge générale et à l'agrandissement de l'habitat. Un examen plus approfondi des interactions entre la variation naturelle dans la production des populations et les aspects humains est d'une importance critique, et des mises à jour doivent être effectuées en temps opportun lorsque de nouvelles observations quant aux données climatiques et sur les CPUE sont disponibles. De plus, une étude mécanistique est essentielle afin d'améliorer notre compréhension des répercussions directes du changement climatique sur les caractéristiques du cycle biologique en fonction du temps, le recrutement, les comportements

reproducteurs, la configuration du réseau trophique et la vulnérabilité de la productivité des populations subissant une transformation de régime.

Dans l'ensemble, l'évaluation des risques des stratégies de pêche en lien avec l'AP a été élaborée pour les pêches jumelées de l'omble chevalier dans la baie Cambridge. Pour les pêches qui ciblent spécifiquement des adultes dans des rivières précises, il faut porter une attention particulière à la taille exploitable minimale (taille à la maturité), au sex-ratio et à la proportion d'adultes reproducteurs à cause du risque de fécondité plus faible et de la croissance lente de cette espèce. Il faut aussi veiller à traiter les conséquences possibles des changements dans la dynamique de production du poisson dans différents environnements (changement climatique local/régional) et activités anthropiques, comme l'exploration gazière, pétrolière et de minerai. Par conséquent, l'élaboration future de contrôles des décisions doit tenir compte de la réalisation d'un équilibre important entre la disponibilité des ressources et leur renouvellement. Des facteurs socioéconomiques, comme le nombre de permis de pêche, la répartition spatiale des allocations entre les rivières et le développement économique local, doivent aussi faire partie des décisions relatives à l'AP. De plus, la gestion des pêches fondée sur les écosystèmes intégrée à la dynamique des populations, aux réseaux trophiques, à l'exploitation et aux facteurs socioéconomiques est prometteuse et pourrait faire progresser le passage vers d'abondantes données nécessaires pour offrir des mises à jour en temps opportun des points de référence de précaution et des pratiques de gestion adaptative dans le Nord canadien.

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 au 26 janvier 2011 réunion sur les avis scientifiques régionale sur les points de référence pour l'omble chevalier de la baie Cambridge au Nunavut, conformément au cadre décisionnel pour les pêches. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada

- Day, A. C. and de March, B. 2004. Status of Cambridge Bay anadromous Arctic Char Stocks. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/052. ii + 78 p.
- Francis, R.I.C.C., and Shotton, R. 1997. "Risk" in fisheries management: a review. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1699-1715.
- Hilborn, R., and Walters, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. 570 p.
- Johnson, L. 1984. Charr and man: the philosophy of limited interaction. In *Biology of the Arctic Char*. Edited by L. Johnson, and B.L. Burns. Proceedings of the International Symposium on Arctic Char, Winnipeg, Manitoba, May 1981. University of Manitoba Press, Winnipeg, MB. p. 523-532.
- Kristofferson, A.H., McGowan, D.K., and Carder, G.W. 1984. Management of the commercial fishery for anadromous Arctic Char in the Cambridge Bay area, Northwest Territories, Canada. In *Biology of the Arctic Char*. Edited by L. Johnson and B.L. Burns. Proceedings of the International Symposium on Arctic Char, Winnipeg, Manitoba, May 1981. University of Manitoba Press, Winnipeg, MB. p. 447-461.
- Kristofferson, A.H., and Berkes, F. 2005. Adaptive co-management of Arctic Char in Nunavut territory. In *Breaking ice: renewable resource and ocean management in the Canadian North*. Edited by F. Berkes, R. Huebert, H. Fast, M. Manseau and A. Diduck. University of Calgary Press, Calgary, AB. p. 249-268.
- MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

- Quinn II, T.J., and Deriso, R.B. 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, New York. 560 p.
- Zhu, X., Day, A.C., Carmichael, T.J., and Tallman, R.F. 2014a. Temporal variation in a population biomass index for Cambridge Bay Arctic Char, *Salvelinus alpinus* (L.), in relation to large-scale climate changes. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/095. v + 35 p.
- Zhu, X., Day, C.A., Carmichael, T.J., Tallman, R.F. 2014b. Hierarchical Bayesian modeling for Cambridge Bay Arctic Char, *Salvelinus alpinus* (L.), incorporated with precautionary reference points. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/096. v + 28 p.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région du Centre et de l'Arctique  
Pêches et Océans Canada  
501, University Crescent  
Winnipeg, Manitoba  
R3T 2N6

Téléphone : 204 983-5131

Courriel : [xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca](mailto:xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca)

Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2014. Points de référence de précaution pour l'omble chevalier de la baie Cambridge (*Salvelinus alpinus*), au Nunavut, conformément au cadre décisionnel pour les pêches. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/051.

*Also available in English:*

DFO. 2014. Precautionary reference points consistent with the fishery decision-making framework for Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) in Cambridge Bay, Nunavut. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/051.